

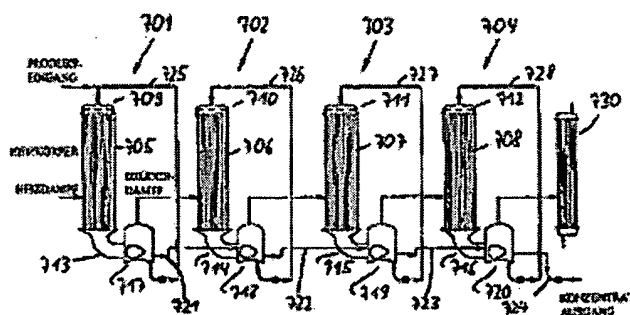
Trouble-free concentration of diverse, possibly sensitive liquids, takes place in staged falling film evaporator plant with concentrated liquid pre-separation, post-separation and recycling

Patent number: DE19928064
Publication date: 2000-12-21
Inventor: HARTINGER RICHARD (DE)
Applicant: WESERGOLD GETRAENKEINDUSTRIE G (DE)
Classification:
 - International: **B01D1/06; B01D1/26; B01D1/00; B01D1/26; (IPC1-7): B01D1/00; B01D1/26**
 - european: **B01D1/06B; B01D1/26**
Application number: DE19991028064 19990614
Priority number(s): DE19991028064 19990614

Report a data error here

Abstract of DE19928064

The liquid is introduced into the first heater (705) of the plant, and is partially evaporated, producing a mixture of liquid and vapor, which is sent entire, to a pre-separator (713). (Note: the heaters are steam-fed heat exchangers constructed as falling-film evaporators). The pre-separated mixture continues into a post-separator (717), some being recycled (725) back to the first heater. The fluid either continues to an outlet from the plant, or else to a further, similar stage of treatment (706, 707, 708). Preferred Features: The resultant liquid continues to further stages, identical processing being detailed. Additional preferred features include construction of the heaters as falling-film evaporators. The pre-separator comprises a curved tube (appearing as a wide, downward pipe bend) fitted to the lower end of the heater. The separator following it, is a conventional centrifugal separator. Vapors are extracted from the separators. They are sent to a condenser (730) and/or to a further heater.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 28 064 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
B 01 D 1/00
B 01 D 1/26

②① Aktenzeichen: 199 28 064.9
②② Anmeldetag: 14. 6. 1999
④③ Offenlegungstag: 21. 12. 2000

DE 199 28 064 A 1

⑦① Anmelder:
Wesergold Getränkeindustrie GmbH & Co. KG,
31737 Rinteln, DE

⑦④ Vertreter:
Uexküll & Stolberg, 22607 Hamburg

⑦② Erfinder:
Hartinger, Richard, 31737 Rinteln, DE

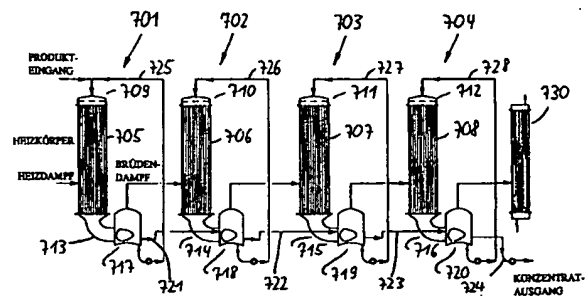
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 38 34 716 A1
WO 95 05 226 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Eindampfen bzw. Verdampfen von Flüssigkeiten

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verdampfen von Flüssigkeiten, wobei die einzudampfende Flüssigkeit zunächst in den ersten Heizkörper (705) einer Verdampferanlage eingeleitet wird. Die in den ersten Heizkörper (705) eingeleiteten Flüssigkeit wird dann erhitzt und dadurch teilweise verdampft, um ein Gemisch aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf zu erzeugen. Danach wird dieses Gemisch aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf aus dem ersten Heizkörper (705) in einen Vorabscheider (713) geführt, um dieses Gemisch aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf voneinander zu separieren. Anschließend wird dieses vorseparierte Gemisch aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf in einen Nachabscheider (717) geleitet, um das vorseparierte Gemisch weiter zu reparieren. Ein erster Teil der separierten, eingedampften Flüssigkeit wird in ersten Heizkörper (705) der Verdampferanlage zurückgeführt, und der restliche, zweite Teil der separierten, eingedampften Flüssigkeit zu einem nachgeschalteten Heizkörper (706, 707, 708), wo die obigen Verfahrensschritte wiederholt werden, oder zu einem Ausgang der Verdampferanlage geleitet.



DE 199 28 064 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Verfahren zum Eindampfen bzw. Verdampfen von Flüssigkeiten gemäß Patentanspruch 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens gemäß Patentanspruch 10. Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung, um bei der Herstellung von Konzentraten durch Verdampfen eine verbesserte Benetzung der Verdampfer zu erreichen.

Eines der wesentlichen Anwendungsgebiete von Verdampfern ist die thermische Trennung von Lösungen oder Emulsionen. Viele Produkte, wie zum Beispiel Milch oder Salzsole, kommen in der Natur in Form von Lösungen vor. Aber auch verarbeitete Produkte, wie Fruchtsäfte und Zuckerrübensaft, oder chemische Produkte, wie Caprolactam, fallen häufig als Lösung an. Solche Produkte müssen konzentriert werden, um sie in eine gebrauchsfähige Form zu bringen. Zum Konzentrieren bzw. Eindampfen dieser Produkte werden allgemein Verdampferanlagen benutzt, um das Lösungsmittel (zumeist Wasser) aus der Lösung auszudampfen. Je nach Art des zu konzentrierenden Produkts werden dafür verschiedene Verdampfertypen verwendet.

Der obige Begriff "Flüssigkeiten" soll allgemein liquide und fließfähige Produkte umfassen. Beispiele für solche Flüssigkeiten bzw. für Produkte, die eingedampft werden können, um sie dadurch zu konzentrieren, sind Frucht- und Gemüsesäfte, Milch zur Herstellung von Kondensmilch und Produkte zur Herstellung von Gelatine und Leim. Verdampfer werden auch zur Herstellung von Hefe, Stärke, Fleischextrakt oder zum Eindampfen von Fischpreßwasser, Eiern, Abwässern usw. verwendet.

Prinzipiell besteht ein Verdampfungssystem aus einem Wärmetauscher, der die notwendige Wärmeenergie zum Aufheizen und zum Verdampfen des Produkts liefert, einem Separator oder Abscheider zum Trennen von Dampf und Flüssigkeit, einem Kondensator zum Entfernen des entstandenen Dampfes und einer Vakuumerzeugungsanlage, sofern bei einem reduzierten Druck gearbeitet wird.

Bekannt sind Röhren-, Dünnschicht- und Tauchrohrverdampfer, um nur einige Bauarten zu nennen. Diese Verdampfer können ein- oder mehrstufig ausgeführt sein und im Gleichstrom, Gegenstrom oder Parallelstrom arbeiten. Mehrstufige Verdampfer werden allgemein so geschaltet, daß in einer ersten Stufe nur ein Teil des Lösungsmittels ausgedampft wird. Mit dem aus dem Produkt ausgetriebenen Dampf, der als Brügendampf oder Brüden bezeichnet wird, wird eine zweite Verdampferstufe beheizt. Der Brüden der zweiten Stufe beheizt dann eine dritte Stufe, usw. Der erforderliche Heizdampf für die erste Stufe wird dadurch mehrfach ausgenutzt. Dieses Prinzip ist in Fig. 1 der beiliegenden Zeichnungen anhand eines Fallstromverdampfers dargestellt.

In modernen Produktionsanlagen werden zumeist kontinuierliche Verdampfungssysteme eingesetzt, wobei es unabhängig von der Bauart der Verdampfer zwingend erforderlich ist, daß die wärmetauschenden Flächen stets voll benetzt werden, um ein Anbrennen des Produkts bzw. ein Trockenlaufen des Verdampfers zu vermeiden. Bei einem hohen Eindampfverhältnis können beträchtliche Probleme auftreten, weil die im Verdampfer verbleibende Flüssigkeitsmenge (= Konzentrat) nicht für eine ausreichende Benetzung der wärmetauschenden Flächen (Heizflächen) ausreicht. Es wurden bereits Verdampfer entwickelt, die gegen ein Trockenlaufen wenig empfindlich sind. Ein Beispiel für eine geeignete Verdampferbauart ist der Naturumlaufverdampfer (Fig. 2). Bei diesem Verdampfertyp kocht die Flüssigkeit in einem Heizkörper hoch und tritt dann in einen Ab-

scheider ein. Der gebildete Brügendampf wird vom Konzentrat abgeschieden, und ein Teil des abgeschiedenen Konzentrats läuft über eine Zirkulationsleitung zum Heizkörperunterteil zurück, wodurch die umlaufende Flüssigkeitsmenge erhöht und eine ausreichende Benetzung der Heizflächen erreicht wird. Der Überlauf der Zirkulationsleitung ist so angeordnet, daß der Zirkulationsleitung stets genug Zirkulationsflüssigkeit zur Verfügung steht. In bestimmten Fällen, wie beispielsweise bei viskosen Konzentraten, kann die Zirkulation durch eine Pumpe unterstützt werden. In diesem Fall spricht man von einem Zwangsumlaufverdampfer. Nachteil dieser Umlaufverdampfer ist die sehr lange Verweildauer des Produkts im Heizkörper, was zu thermischen Schädigungen des Produkts führen kann.

Neben den Umlaufverdampfern werden auch andere Verdampfertypen eingesetzt, wie zum Beispiel die sogenannten Fallstrom- oder Fallfilmverdampfer (siehe Fig. 3). Bei einem solchen Fallstromverdampfer wird das zu konzentrierende Produkt (bzw. die einzudampfende Flüssigkeit) mit Verteileinrichtungen von oben auf die Heizrohre des Heizkörpers verteilt und strömt mit dem entstehenden oder zuge-setztem Dampf nach unten in einen Abscheider für Konzentrat und Brüendampf. Um ein Trockenlaufen oder Anbrennen zu vermeiden, werden bei einem Fallstromverdampfer nur wenige Heizrohre verwendet, die aber sehr lang sein müssen, um die erforderliche Heizfläche zu erhalten. Der wesentliche Nachteil dieser Konstruktion besteht daher in dem großen Bedarf an umbautem Raum. Nachteilig sind auch die auftretenden Schwingungsproblemen bei den langen Heizrohren sowie die hohe Austrittsgeschwindigkeit der Brüendämpfe, da in den Rohren eine relativ große Flüssigkeitsmenge verdampft wird. Das kann zu einer Zerstäubung des zusammen mit den Brüendämpfen aus den Heizrohren austretenden Konzentrats führen. Die Trennung der Brüendämpfe und der Konzentratstäube im Abscheider wird dadurch erschwert. Ein weiterer Nachteil der langen Heizrohre ist ein relativ dicker Kondensatfilm auf der Heizdampfseite, durch den der Wärmeübergang gehemmt wird.

Um eine bessere Benetzung der Rohrwand zu erreichen, ist es bekannt, mehrere kurze, geeignet abgestufte Fallstromverdampfer hintereinander zu betreiben, woraus sich aber ein noch größerer Platzbedarf und eine längere Verweilzeit des Saftes in dem Verdampfer ergibt, was jedoch bei der Verdampfung von temperaturempfindlichen Produkten als sehr nachteilig angesehen wird. In Fig. 1 ist das Prinzip einer vierstufigen Fallstromverdampferanlage mit einer teilweisen Konzentratrezirkulation um die ganze Anlage dargestellt. Wie zu sehen, wird ein Teil der erzeugten Konzentratmenge am Ausgang der letzten Stufe abgezweigt und dem in die erste Stufe eingeleiteten Produkt wieder zugegeben. Auf diese Weise wird die Flüssigkeitsmenge in dem Verdampfer erhöht, so daß die Flüssigkeitsmenge für eine Benetzung der Heizflächen ausreicht. Ein Nachteil bei diesem Verdampfertyp besteht darin, daß die erforderliche rezirkulierte Flüssigkeitsmenge sehr genau bestimmt und eingehalten werden muß, was einen beträchtlichen Regelungsaufwand erfordert. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die zirkulierende Flüssigkeitsmenge jedoch je nach Zahl der Umläufe des Produkts wiederholt einer thermischen Belastung unterworfen wird, was zu thermischen Schädigungen des Produkts führen kann. Dabei ist die thermische Belastung des Produkts in den ersten Verdampferstufen besonders hoch, da in den ersten Verdampferstufen in der Regel höhere Temperaturen verwendet werden als in den nachfolgenden Verdampferstufen. Schließlich gibt es oft Schwierigkeiten, das in die erste Verdampferstufe eingeleitete Produkt mit dem bereits hochkonzentrierten Produkt zu vermischen, das aus der letzten Verdampferstufe zurückgeführt wird, da

sich die Konzentrationen der beiden Produkte stark voneinander unterscheiden. Außerdem strömt das hochkonzentrierte Endprodukt aus der letzten Verdampferstufe sehr viel langsamer durch die Heizrohre der ersten Verdampferstufe, wodurch es aufgrund der höheren Temperaturen in der ersten Verdampferstufe zu thermischen Schädigungen speziell des langsam strömenden Endprodukts kommen kann.

Bei mehrstufigen Verdampfern ist das Problem der für eine ausreichende Benetzung der Heizflächen zu geringen Konzentratmenge zumeist nur in den letzten Verdampferstufen gegeben. Man hat daher versucht, eine Verbesserung dadurch zu erzielen, daß eine Rezirkulation des zu konzentrierenden Produkts nur in der letzten Verdampferstufe erfolgt. In Fig. 4 ist das Prinzip einer vierstufigen Fallstromverdampferanlage mit Rezirkulation um die letzte Verdampferstufe gezeigt. Eine solche Rezirkulation genügt aber nur in solchen Fällen, in denen das Konzentrationsverhältnis relativ günstig ist und das Konzentratvolumen in der letzten Verdampferstufe nicht mehr für eine ausreichende Benetzung ausreicht. Die Einstellung der Rezirkulationsmenge erfolgt entweder durch eine Handregelung, eine Automatik oder mit fest eingestellten Drosseln in dem Leitungssystem. In allen Fällen erfordert die Einstellung der Rezirkulationsmenge vom Bediener der Anlage sehr viel Routine und Präzision.

Es wurde deshalb versucht, die kritischen Heizkörperstufen bzw. Verdampferstufen mit geringer Benetzung in mehrere Teilstufen zu unterteilen und die Flüssigkeit nacheinander durch die einzelnen Teilstufen zu führen. Jede dieser Teilstufe hat entsprechend weniger Heizfläche und ist daher leichter vollständig zu benetzen. Diese Lösung ist in Fig. 5 anhand eines Fallstromverdampfers dargestellt, bei dem die letzte Verdampferstufe in drei Teilstufen unterteilt ist. Bei dieser Konstruktion entsteht aber ein beträchtlicher apparativer Mehraufwand und ein größerer Bedarf an umbautem Raum.

Die logische Weiterführung dieses Gedankens führte zu einer Zusammenfassung der einzelnen Teilstufen des obigen Fallstromverdampfers zu einem Apparat, dessen Heizfläche unterteilt ist und bei dem die einzelnen Teilstufen nacheinander von dem Produkt durchströmt werden. Außerdem hat jede der Teilstufen eine eigene Produkteingabeeinrichtung, eine eigene Abscheideeinrichtung für die Trennung von Brüddampf und Zwischenkonzentrat sowie eine eigene Produktpumpe, mittels derer das abgeschiedene Zwischenkonzentrat in die nächste Teilstufe gefördert wird. Diese bekannte Lösung wird derzeit am häufigsten gewählt und ist in der Fachwelt unter dem Namen "single-pass" bekannt. Diese Lösung ist am Beispiel eines Fallstromverdampfers in Fig. 6 dargestellt. Der apparative Aufbau und der Raumbedarf vermindert sich gegenüber der vorhergehenden Lösung zwar etwas, jedoch entstehen bei der Gestaltung der Kammern der Abscheideeinrichtungen tote Ecken, die von Reinigungslösungen kaum erreicht werden. An diesen toten Ecken bilden sich Anbackungen, die bei biologischen Produkten zu sehr gefährlichen Verkeimungen führen können. Bei Single-pass-Verdampfern treten diese Anbackungen besonders stark in Erscheinung, weil konstruktionsbedingt an bestimmten Stellen keine Heizrohre angeordnet werden können. Dies gilt auch für andere Fallstromheizkörper, wenn die Rohrböden nicht vollständig mit Rohren ausgefüllt werden. Fallstromverdampfer haben deshalb in der Regel am Unter- 60 teil Öffnungen, durch die die Anbackungen von unten mechanisch entfernt werden können.

Wie oben erläutert, haben die oben beschriebenen Verdampfertypen die Nachteile, daß sie sehr viel Platz benötigen, häufig keine ausreichende Benetzung der Heizflächen gewährleisten, schwer regelbar sind oder aufgrund ihres

konstruktiven Aufbaus nur unzureichend gereinigt werden können. Somit stellt keiner der aufgezählten Verdampfertypen und folglich auch keines der zugehörigen Verfahren eine befriedigende Lösung dar.

5 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Eindampfen bzw. Verdampfen von Flüssigkeiten sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen, um die vorstehend genannten Nachteile zu überwinden.

10 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. In den jeweiligen abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte und bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der 15 erfindungsgemäßen Vorrichtung angegeben.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß bei solchen Verdampferstufen, in denen die Flüssigkeitsmenge für die vollständige Benetzung der Heizflächen nicht ausreicht, die aus dem Heizkörper austretende Flüssigkeit mit Hilfe von 20 Pumpen teilweise rezirkuliert wird. Durch einen Überlauf von der einen Verdampferstufe zur nachfolgenden Verdampferstufe kann gewährleistet werden, daß einerseits das Zwischenkonzentrat in die nachfolgende Verdampferstufe überlaufen kann und andererseits in dem Abscheider ständig 25 Flüssigkeit für die erforderliche Rezirkulation verbleibt.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der ganze Rohrspiegel der Heizkörper vollständig für die Behorung ausgenutzt werden kann. Es gibt somit keine toten Ecken, an denen sich Verkrustungen oder Ablagerungen festsetzen können. Daher können bei den Heizkörpern auf die unteren Reinigungsöffnungen verzichtet werden. Daher kann das Heizkörperunterteil als ein bogenförmiger Krüm- 30 mer ausgeführt werden, der als Vorabscheider für das Brüden-Produkt-Gemisch sehr wirksam ist und an dem sich aufgrund seiner Form keine Anbackungen entstehen können. Der eigentliche Abscheider dient nur noch als Nachabscheider und kann folglich kleiner ausgeführt werden.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben; es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer bekannten vierstufigen Fallstromverdampferanlage mit teilweiser Konzentrat-Rezirkulation um die ganze Anlage;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines bekannten Naturumlaufverdampfers;

Fig. 3 eine schematische Darstellung von einem bekannten einstufigen Fallstromverdampfer mit nur einem, sehr langen Heizkörper;

Fig. 4 eine schematische Darstellung von einer bekannten vierstufigen Fallstromverdampferanlage mit Rezirkulation um die letzte Verdampferstufe;

Fig. 5 eine schematische Darstellung von einer bekannten dreistufigen Fallstromverdampferanlage mit dreifach unterteilter Verdampferendstufe;

Fig. 6 eine schematische Darstellung von einer bekannten dreistufigen Fallstromverdampferanlage mit dreifachem "single-pass" in der dritten Verdampferstufe; und

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Verdampferanlage gemäß der vorliegenden Erfindung.

Auf die in den Fig. 1 bis 6 gezeigten Verdampferanlagen gemäß Stand der Technik wurde bereits oben in der Beschreibungseinleitung bezug genommen, weshalb nachfolgend auf eine detaillierte Funktionsbeschreibung verzichtet wird.

65 In Fig. 1 ist das Prinzip einer vierstufigen Fallstromverdampferanlage mit einer teilweisen Konzentratrezirkulation um die ganze Anlage dargestellt. Das zu konzentrierende Produkt wird in den Heizkörper 101 der ersten Verdampfer-

stufe eingeleitet. Ebenfalls wird dem Heizkörper 101 Heizdampf zugeführt. Das vorkonzentrierte Produkt wird dann an dem unteren Ende des ersten Heizkörpers 101 herausgeführt und teilweise in einen Abscheider 102 geleitet. In dem Abscheider 102 wird der Brüddampf abgeschieden und dem Heizkörper 103 der zweiten Verdampferstufe zugeführt. Das Vorkonzentrat aus der ersten Abscheider 102 wird zusammen mit der restlichen Menge des direkt aus dem ersten Heizkörper 101 herausgeführten vorkonzentrierten Produkts mit Hilfe einer Pumpe 104 den Heizkörper 103 der zweiten Verdampferstufe gepumpt. Dieser Zyklus wiederholt sich bei den nachfolgenden Verdampferstufen. Wie in Fig. 1 weiter zu sehen, wird ein Teil der erzeugten Konzentratmenge am Ausgang der letzten Verdampferstufe abgezweigt und über eine Konzentratzirkulationsleitung 105 dem in die erste Verdampferstufe eingeleiteten Produkt wieder zugegeben. Auf diese Weise wird die Flüssigkeitsmenge in dem Verdampfer erhöht, so daß die Flüssigkeitsmenge für eine Benetzung der Heizflächen ausreicht. Aus Fig. 1 wird deutlich, daß mit dem in der ersten Verdampferstufe aus dem Produkt ausgetriebenen Brüddampf eine zweite Verdampferstufe beheizt wird. Der Brüddampf der zweiten Stufe beheizt dann eine dritte Stufe, usw. Der erforderliche Heizdampf für die erste Stufe wird dadurch mehrfach ausgenutzt. Der Brüddampf aus dem letzten Abscheider 106 wird schließlich einem Kondensator 107 zugeführt.

In Fig. 2 ist ein Naturumlaufverdampfer gezeigt. Bei diesem Verdampfertyp kocht das zu konzentrierende Produkt in dem Heizkörper hoch und tritt dann in einen Abscheider ein. Der gebildete Brüddampf wird vom Konzentrat abgeschieden und mittels einer Überlaufleitung 201 abgeleitet. Ein Teil des im Abscheider abgeschiedenen Konzentrats läuft über eine Zirkulationsleitung zum Heizkörperunterteil zurück, wodurch die umlaufende Flüssigkeitsmenge erhöht und so eine ausreichende Benetzung der Heizflächen erreicht wird.

In Fig. 3 ist ein einstufiger Fallstromverdampfer gezeigt. Das zu konzentrierende Produkt wird mit Verteileinrichtungen 301 von oben auf die Heizrohre 302 des Heizkörpers verteilt und strömt mit dem entstehenden oder zugesetztem Heizdampf nach unten in einen Abscheider, in dem das Konzentrat und der Brüddampf voneinander getrennt werden.

In Fig. 4 ist das Prinzip einer vierstufigen Fallstromverdampferanlage mit Rezirkulation um die letzte Verdampferstufe gezeigt. Im Gegensatz zu dem in Fig. 1 gezeigten Verdampfer wird ein Teil des aus der letzten Verdampferstufe austretenden Konzentrats über eine Zirkulationsleitung 401 in den Produkteingang dieser letzten Verdampferstufe zurückgeleitet, um so das Problem einer unzureichenden Benetzung der Heizflächen in der letzten Verdampferstufe zu überwinden.

In Fig. 5 ist ein Fallstromverdampfer dargestellt, bei dem die letzte Verdampferstufe in drei Teilstufen 501, 502 und 503 unterteilt ist. Alle drei Teilstufen werden mit dem Brüddampf der vorletzten Verdampferstufe 504 gespeist, und der Produktausgang einer jeweiligen Teilstufe wird mittels einer Pumpe der jeweils nachfolgenden Teilstufe zugeführt, wobei der Produktausgang der letzten Teilstufe 503 nicht mehr zirkuliert wird. Die aus den drei Teilstufen 501 bis 503 austretenden Brüddämpfe werden einem Kondensator 505 zugeführt.

In Fig. 6 ist schließlich ein "single-pass"-Fallstromverdampfer gezeigt, die drei Teilstufen des Fallstromverdampfers aus Fig. 5 zu einem Heizkörper 601 kombiniert sind, dessen Heizfläche unterteilt ist und bei dem die einzelnen Teilstufen 602 bis 604 nacheinander von dem zu konzentrierenden Produkt durchströmt werden. Jede der drei Teilstufen

eine eigene Produkteingabeeinrichtung 605a, 605b und 605c, eine eigene Abscheideeinrichtung 606a, 606b und 606c für die Trennung von Brüddampf und Zwischenkonzentrat sowie eine eigene Produktpumpe, mittels derer das abgeschiedene Zwischenkonzentrat in die jeweils nächste Teilstufe gefördert wird. In Fig. 6 ist deutlich zu erkennen, daß sich in den Kammern der Abscheideeinrichtungen tote Ecken befinden, an denen sich Anbackungen gebildet haben. In Fig. 6 muß daher im Boden der Abscheideeinrichtung ein Mannloch vorgesehen sein, um die Anbackungen von Zeit zu Zeit manuell entfernen zu können.

In Fig. 7 ist die erfindungsgemäße Verdampferanlage schematisch dargestellt. Die gezeigte Verdampferanlage umfaßt vier Verdampferstufen 701, 702, 703 und 704, die bezüglich ihres konstruktiven Aufbaus im wesentlichen jeweils einem Fallstromverdampfer ähnlich sind. Jede Verdampferstufe hat einen eigenen Heizkörper 705, 706, 707 und 708, der jeweils einen oberen Einlaß 709, 710, 711 und 712 aufweist, durch den das zu konzentrierende bzw. das schon vorkonzentrierte Zwischenprodukt in den jeweiligen Heizkörper eingeleitet wird. Der Einlaß ist dabei so ausgestaltet, daß das eingeleitete Produkt möglichst gleichmäßig auf die Verdampferrohre der Heizkörper verteilt wird. Der erste Heizkörper 705 wird mit Heizdampf gespeist, der von einer externen Heizdampfherzeugungseinrichtung (nicht gezeigt) geliefert wird. Die übrigen drei Heizkörper 706, 707 und 708 werden mit Brüddampf gespeist, was weiter unten detailliert beschrieben wird.

Das zu konzentrierende Produkt läuft an den Innenflächen der von außen durch Heizdampf erwärmten Verdampferrohre von oben nach unten und wird kontinuierlich in ein Gemisch aus vorkonzentrierter Produktflüssigkeit und Brüddampf umgewandelt. Am unteren Ausgang der Verdampferrohre fließt dieses Gemisch zunächst in einen Vorabscheider 713, 714, 715 und 716, der in Form eines Krümmers gebogen ist, um das Brüden-Flüssigkeitsgemisch in einen zugehörigen Nachabscheider 717, 718, 719 und 720 von grundsätzlich bekannter Bauart zu führen.

Die besondere Ausgestaltung des Vorabscheiders 713, 714, 715 und 716 hat den Vorteil, daß es kaum "tote Ecken" gibt, in denen sich Anbackungen bilden können, wodurch die Gefahr einer Verkeimung des zu konzentrierenden Produktes wesentlich vermindert ist. Außerdem ist die Reinigung eines solchen Vorabscheiders im Vergleich zu den bisher bekannten Bauformen sehr viel einfacher. Ein besonderer Vorteil der Ausgestaltung des Vorabscheiders 713, 714, 715 und 716 besteht jedoch darin, daß durch die scharfe Umlenkung des Brüden-Flüssigkeitsgemisches in dem Krümmer des Vorabscheiders eine Abscheidewirkung für den Brüddampf und das Konzentrat erreicht wird.

Diese Abscheidewirkung ist wegen des kleinen Umlenkradius größer als die der üblicherweise nachgeordneten Zentrifugalabscheider. Diese allgemein verwendeten Zentrifugalabscheider haben bei der in Fig. 7 gezeigten Anlage lediglich die Funktion der bereits vorstehend erwähnten Nachabscheider 717 bis 720 und können daher im Vergleich mit bekannten Anlagen viel kleiner ausgeführt werden.

Wie in Fig. 7 weiter zu sehen ist, hat jeder Nachabscheider 717 bis 720 ausgangsseitig eine Überlaufleitung 721, 722, 723 und 724. Auf diese Weise wird das Zwischenkonzentrat aus dem Nachabscheider 717 ausgangsseitig entnommen und durch die Überlaufleitung 721 eingangsseitig dem nachfolgenden Nachabscheider 718 zugeführt. Aus dem Nachabscheider 718 wird dann ausgangsseitig das Zwischenkonzentrat entnommen und durch die Überlaufleitung 722 eingangsseitig dem nachfolgenden Nachabscheider 719 zugeführt, aus dem dann ausgangsseitig das Zwischenkonzentrat entnommen und durch die Überlaufleitung 723 ein-

gangsseitig dem letzten Nachabscheider 720 zugeführt wird. Auch dieser letzte Nachabscheider 720 ist ausgangsseitig mit einem Überlaufrohr 724 versehen, durch welches das Endkonzentrat zu dessen weiteren Verarbeitung entnommen wird.

Außerdem ist jeder Nachabscheider 717 bis 720 mit einer Rückführleitung 725, 726, 727 und 728 versehen. Durch die Rückführleitung 725 wird Produktflüssigkeit ausgangsseitig aus dem Nachabscheider 717 entnommen und mittels einer in der Rückführleitung 725 vorgesehenen Pumpe zum Einlaß 709 des Heizkörpers 705 geleitet, um dort erneut eingedampft zu werden. Auf gleiche Weise ist der Nachabscheider 718 ausgangsseitig mit einer Rückführleitung 726 versehen, um Produktflüssigkeit aus dem Nachabscheider 718 zu entnehmen und mittels einer in der Rückführleitung 726 vorgesehenen Pumpe zum Einlaß 710 des Heizkörpers 706 zu leiten. Wie in Fig. 7 zu sehen, sind die Verdampferstufen 703 und 704 mit einer derartigen Rückführleitung 727 bzw. 728 versehen, um Produktflüssigkeit ausgangsseitig aus dem jeweiligen Nachabscheider 719 bzw. 720 zu entnehmen und dem zugehörigen Einlaß 711 bzw. 712 zuzuführen, um die Produktflüssigkeit erneut zu erhitzen und zu verdampfen. Durch diese besondere Kopplung der einzelnen Verdampferstufen 701 bis 704 entsteht eine mehrstufige Zwangsumlauf-Fallstromverdampferanlage, die gegenüber bekannten Anlagen den Vorteil hat, daß eine sorgfältige Einstellung der durch die Rückführleitungen 725 bis 728 zirkulierten Produktflüssigkeit zur Sicherung der Benetzung der Heizrohre durch den Anlagen-Bediener oder eine automatische Steuerung nicht mehr erforderlich ist.

Wie vorstehend angeführt, wird lediglich der erste Heizkörper 705 mit Heizedampf von einer externen Heizedampferzeugungseinrichtung gespeist. Die nachfolgenden Heizkörper 706, 707 und 708 werden mit Brüddampf gespeist, der aus dem Nachabscheider der jeweils vorhergehenden Verdampferstufe entnommen wird. Der aus dem letzten Nachabscheider 720 entnommene Brüddampf wird dann einem Kondensator 730 zugeführt, wo der Brüddampf kondensieren kann und abgeführt wird.

Abschließend sei angemerkt, daß die erfindungsgemäße Anlage natürlich auch einstufig, zwei- oder mehrstufig ausgeführt sein kann. Auch können die einzelnen Heizkörper der jeweiligen Verdampferstufen unterschiedlich dimensioniert sein. Statt der Weiterverwertung des Brüddampfes zum Speisen der jeweils nachfolgenden Heizkörper ist es natürlich auch möglich, die einzelnen Heizkörper jeweils mit extern erzeugtem Heizedampf zu versorgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten mit den folgenden Schritten:

Einleiten einer einzudampfenden Flüssigkeit in den ersten Heizkörper (705) einer Verdampferanlage;

Erhitzen der in den ersten Heizkörper (705) eingeleiteten Flüssigkeit und dadurch teilweises Verdampfen der Flüssigkeit, um ein Gemisch aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf zu erzeugen;

Herausleiten dieses Gemisches aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf aus dem ersten Heizkörper (705) in einen Vorabscheider (713), um dieses Gemisch aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf zu separieren;

Einleiten des vorseparierten Gemisches aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf in einen Nachabscheider (717), um das vorseparierte Gemisch weiter zu separieren;

Rückführen von einem ersten Teil der separierten, ein-

gedampften Flüssigkeit in ersten Heizkörper (705) der Verdampferanlage;

Weiterleiten des restlichen, zweiten Teils der separierten, eingedampften Flüssigkeit zu einem Ausgang oder in einen nachgeschalteten Heizkörper (706, 707, 708) der Verdampferanlage.

2. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten nach Anspruch 1, bei dem der restliche, zweite Teil der separierten, eingedampften Flüssigkeit in einen nachgeschalteten Heizkörper (706, 707, 708) der Verdampferanlage weitergeleitet wird;

Erhitzen der in den nachgeschalteten Heizkörper (706, 707, 708) eingeleiteten Flüssigkeit und dadurch teilweises Verdampfen der Flüssigkeit, um ein Gemisch aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf zu erzeugen;

Herausleiten dieses Gemisches aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf aus dem nachgeschalteten Heizkörper (706, 707, 708) in einen zugehörigen Vorabscheider (714, 715, 716), um dieses Gemisch aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf zu separieren;

Einleiten des vorseparierten Gemisches aus eingedampfter Flüssigkeit und Brüddampf in einen zugehörigen Nachabscheider (718, 719, 720), um das vorseparierte Gemisch weiter zu separieren;

Rückführen von einem ersten Teil der separierten, eingedampften Flüssigkeit zurück in den nachgeschalteten Heizkörper (706, 707, 708) der Verdampferanlage;

Weiterleiten des restlichen, zweiten Teils der separierten, eingedampften Flüssigkeit zu einem Ausgang oder in einen nachgeschalteten Heizkörper (707, 708) der Verdampferanlage.

3. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten nach Anspruch 3, bei dem die Verfahrensschritte von Anspruch 2 wiederholt werden.

4. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Heizkörper (705, 706, 707, 708) jeweils Heizkörper einer Fallstromverdampferanlage sind.

5. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Vorabscheider (713, 714, 715, 716) ein gekrümmtes Rohr ist, das am unteren Ende des jeweiligen Heizkörpers (705, 706, 707, 708) montiert ist.

6. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Nachabscheider (717, 718, 719, 720) ein herkömmlicher Zentrifugalabscheider ist, der mit dem zugehörigen Vorabscheider (713, 714, 715, 716) verbunden ist.

7. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Brüddampf aus dem jeweiligen Nachabscheider (717, 718, 719, 720) herausgeleitet wird.

8. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Brüddampf aus dem jeweiligen Nachabscheider (717, 718, 719, 720) zu einem Kondensator (730) geleitet wird.

9. Verfahren zum Verdampfen von Flüssigkeiten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Brüddampf aus dem jeweiligen Nachabscheider (717, 718, 719, 720) zu einem nachgeschalteten Heizkörper (706, 707, 708) geleitet wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

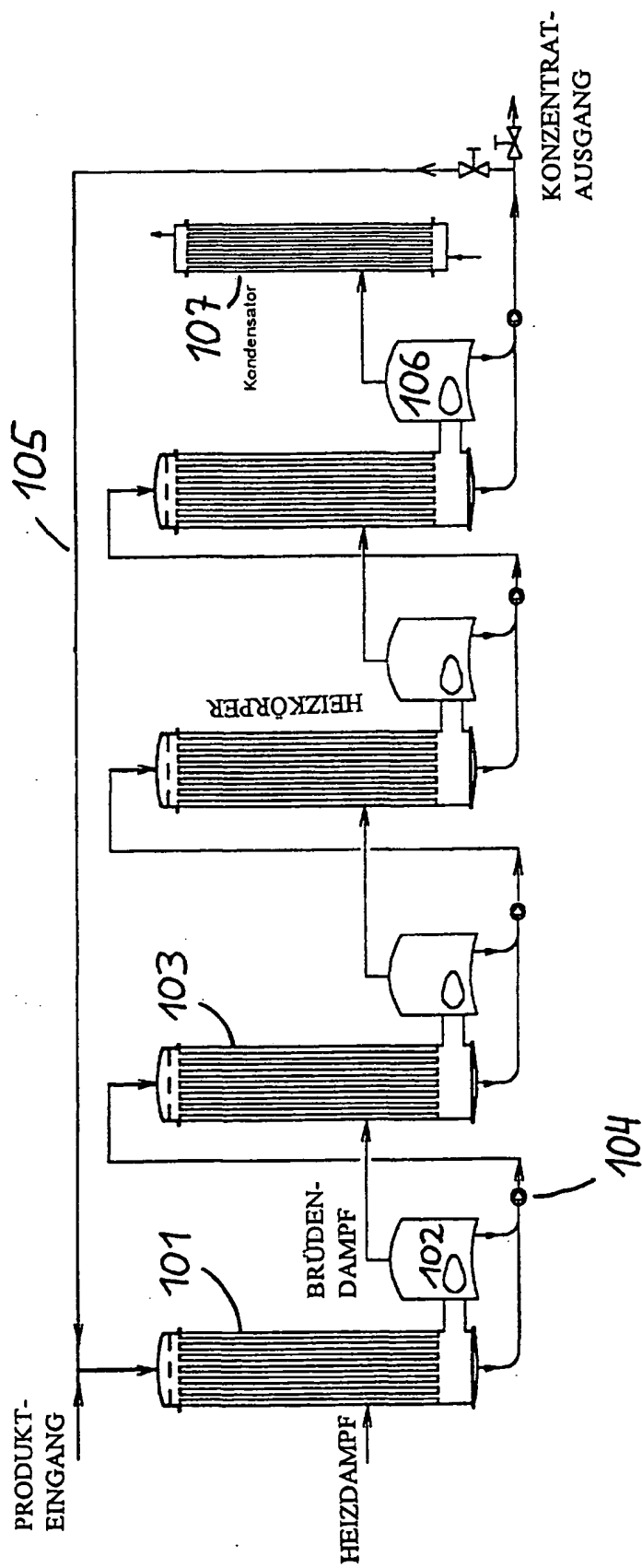


Fig. 1

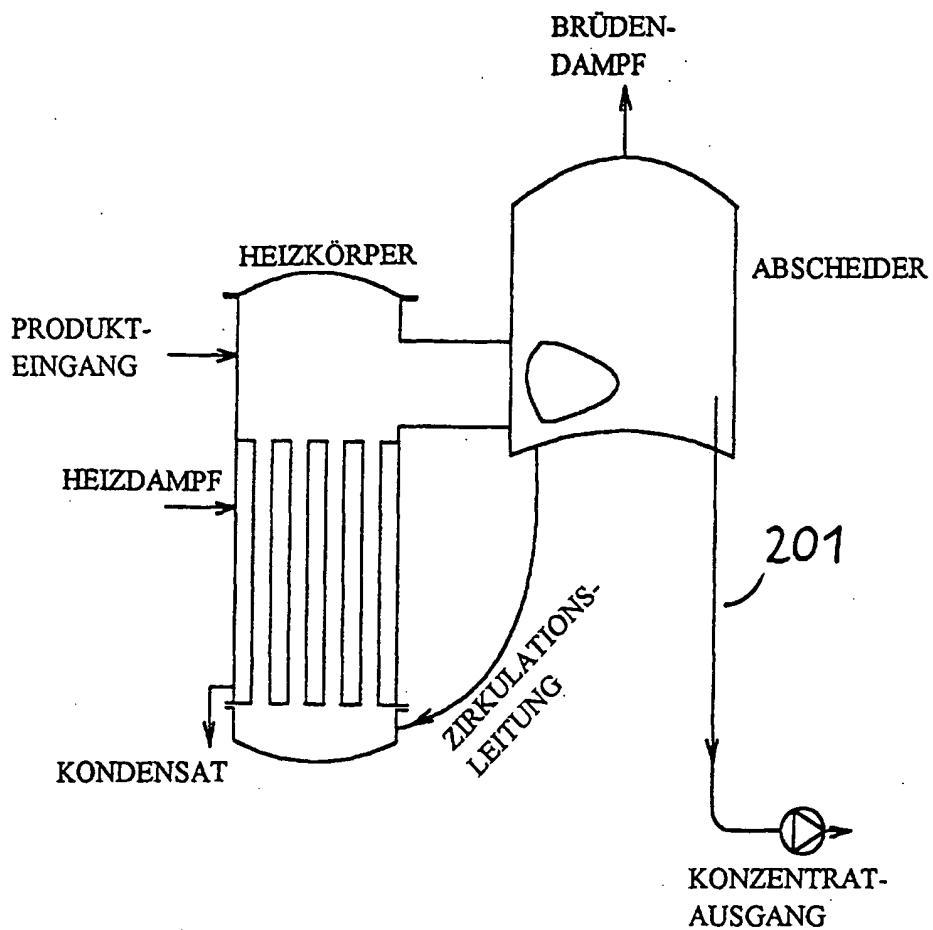


Fig. 2

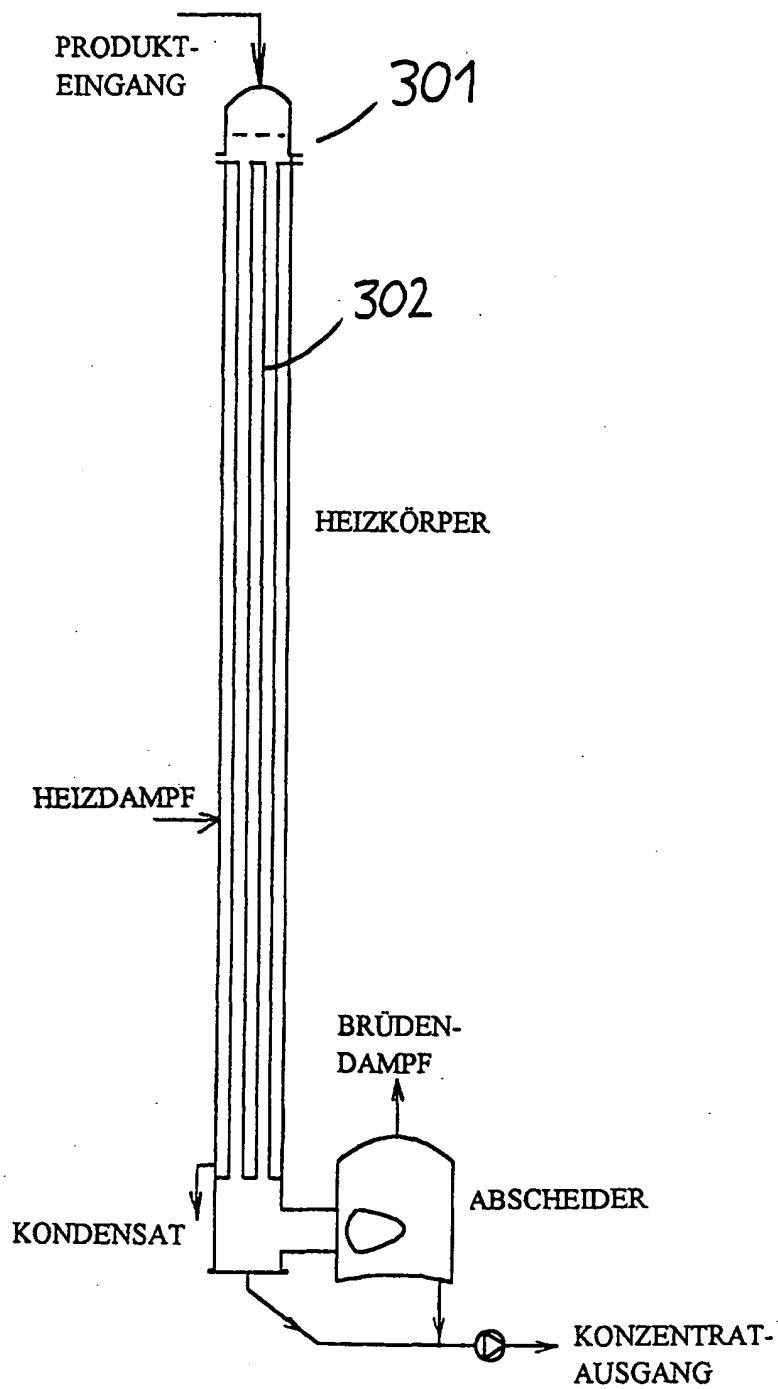


Fig. 3

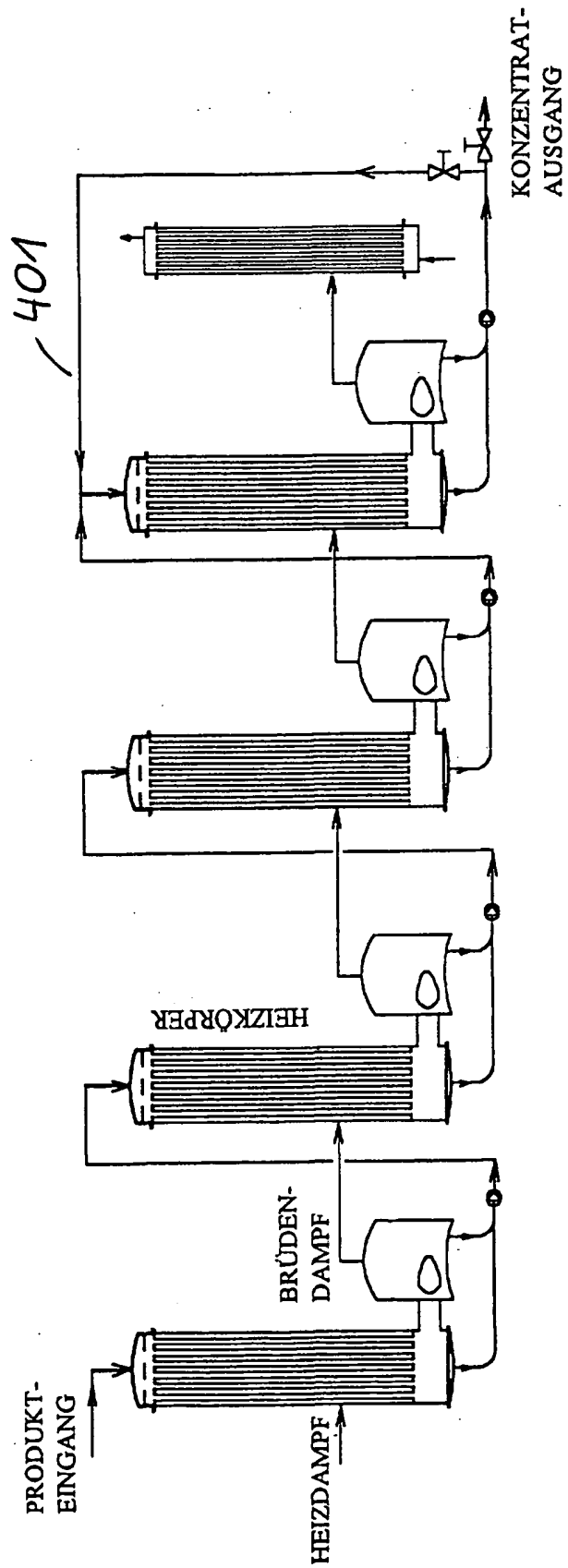


Fig. 4

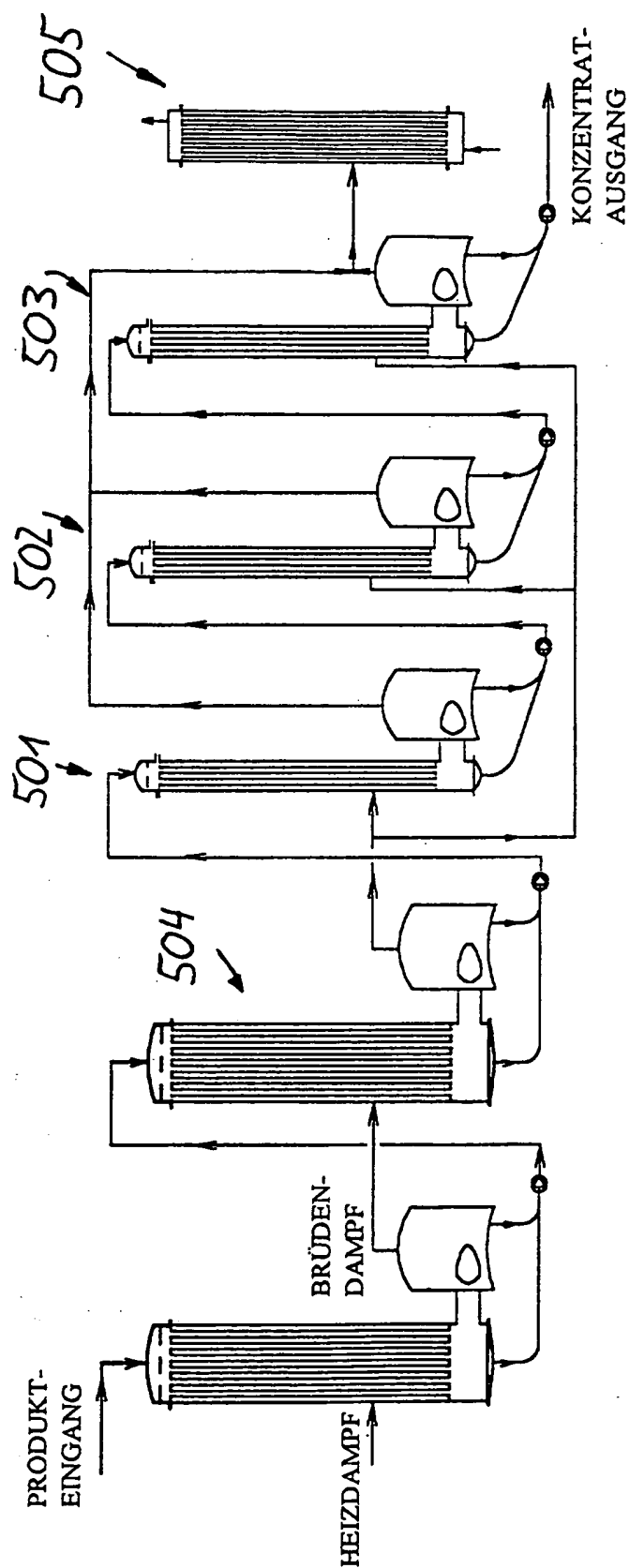


Fig. 5

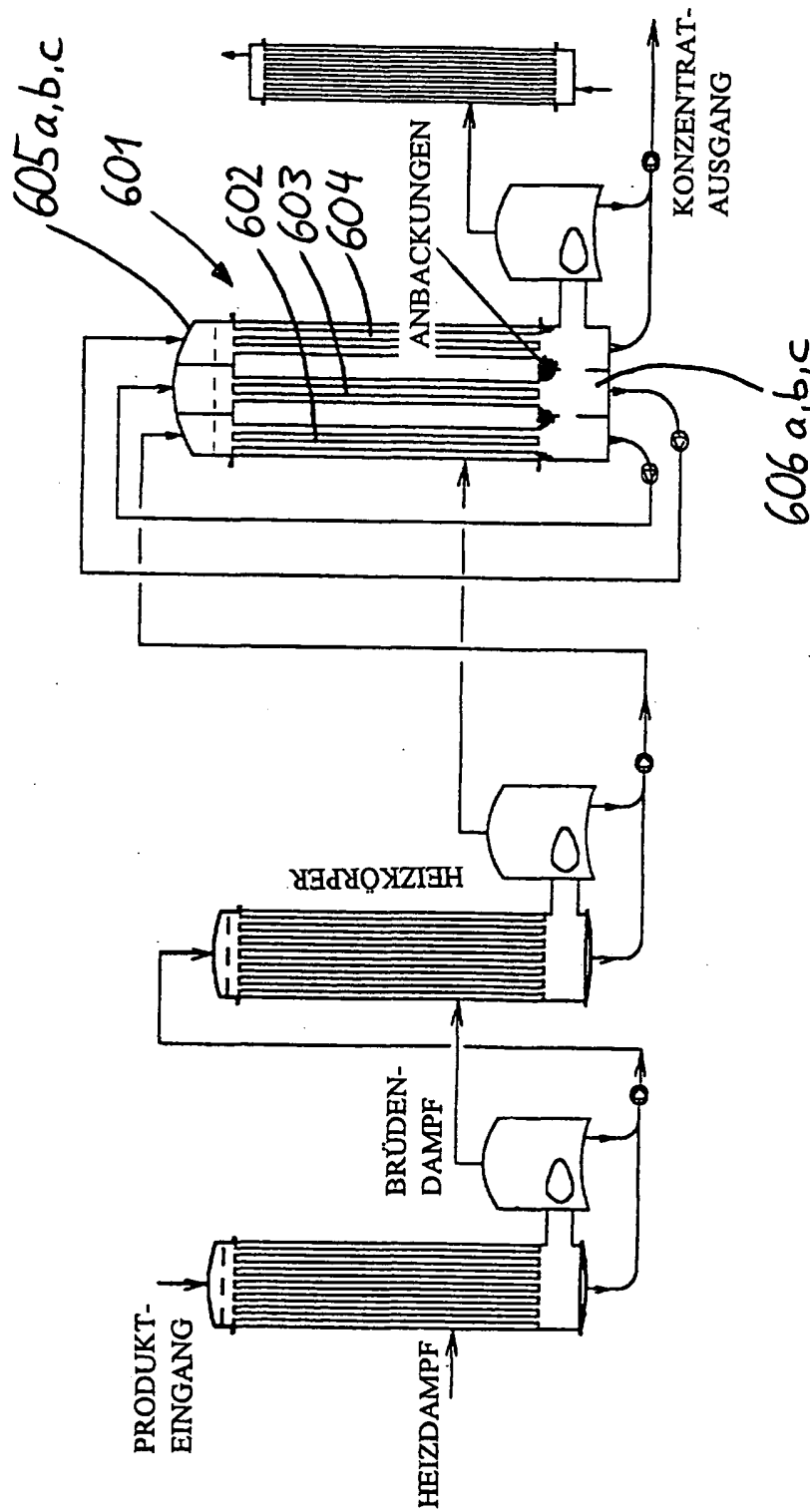


Fig. 6

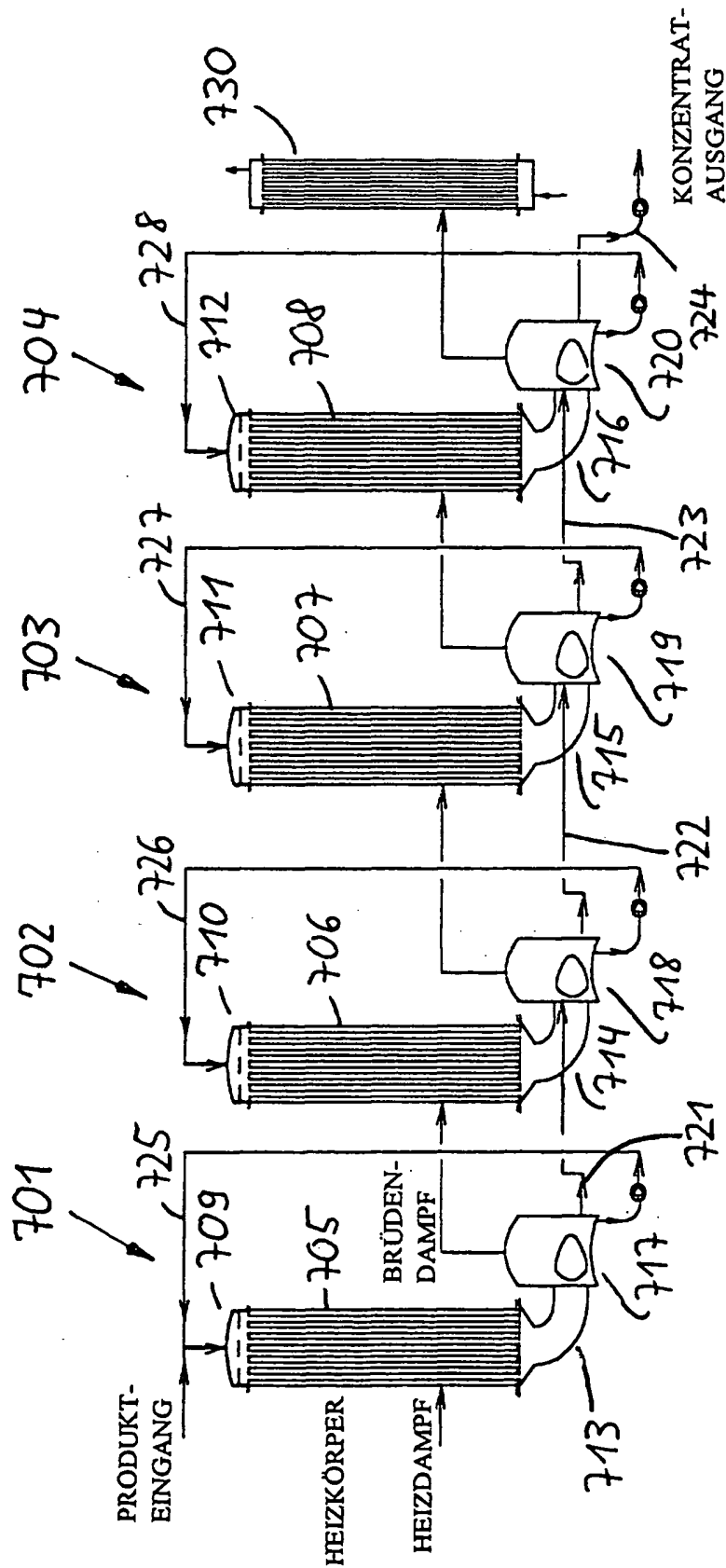


Fig. 7